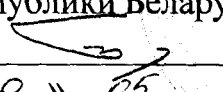


# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

## УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

 В.А.Богуш  
« 20 » 05 2015 г.  
Регистрационный № ТД-С. 510 /тип.

## Алгоритмы и структуры данных

Типовая учебная программа по учебной дисциплине

для специальностей

1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям),

1-31 03 05 Актуарная математика,

направлений специальностей

1-31 03 06-01 Экономическая кибернетика

(математические методы и компьютерное моделирование в экономике),

1-31 03 07-01 Прикладная информатика

(программное обеспечение компьютерных систем),

1-98 01 01-01 Компьютерная безопасность


(математические методы и программные системы)

## СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического объединения по  
естественнонаучному образованию  
\_\_\_\_\_ Колстик  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.



## СОГЛАСОВАНО

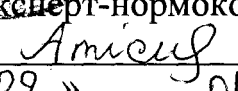
Начальник Управления высшего  
образования Министерства  
образования Республики Беларусь  
 С.И. Романюк  
« 20 » 05 2015 г.

## СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической  
работе Государственного  
учреждения образования  
«Республиканский институт высшей  
школы»

 И.В. Титович  
« 05 » 05 2015 г.

Эксперт-нормоконтролер

 А.А. Денисенко  
« 29 » 04 2015 г.

Минск 2015

## **СОСТАВИТЕЛИ:**

**В.М. Котов**, заведующий кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

**Е.П. Соболевская**, доцент кафедры дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**Л.А. Пилипчук**, доцент кафедры компьютерных технологий и систем Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

## **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**Кафедра** программного обеспечения интеллектуальных и компьютерных систем Учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»;

**В.М. Демиденко** – профессор кафедры высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор физико-математических наук, профессор

## **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ**

**Кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета**

(протокол № 13 от 16 апреля 2014г.);

**Научно-методическим советом Белорусского государственного университета**  
(протокол № 5 от 15 мая 2014г.);

**Научно-методическим советом по прикладной математике и информатике учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию**  
(протокол № 7 от 22 апреля 2014г.);

**Научно-методическим советом по компьютерной безопасности учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию**  
(протокол № 7 от 22 апреля 2014г.).

Ответственный за редакцию: Е.П. Соболевская

Ответственный за выпуск: Е.П. Соболевская

### Пояснительная записка

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» разработана в соответствии с типовыми учебными планами и образовательными стандартами первой ступени высшего образования по специальностям 1-31 03 03 «Прикладная математика (по направлениям)», 1-31 03 05 «Актuarная математика»; направлениям специальностей 1-31 03 06-01 «Экономическая кибернетика (математические методы и компьютерное моделирование в экономике)», 1-31 03 07-01 «Прикладная информатика (программное обеспечение компьютерных систем)», 1-98 01 01-01 «Компьютерная безопасность (математические методы и программные системы)».

Учебная дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» знакомит студентов с фундаментальными понятиями, используемыми при разработке алгоритмов и оценке их качества. В типовую учебную программу учебной дисциплины включены разделы, позволяющие строить эффективные алгоритмы для разнообразных задач дискретной и комбинаторной оптимизации с использованием различных структур данных.

Основой для изучения учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» являются следующие учебные дисциплины: «Дискретная математика и математическая логика» государственного компонента и «Программирование» компонента учреждения высшего образования. Методы, излагаемые в учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных», используются при изучении учебных дисциплин: «Исследование операций», «Модели данных и системы управления базами данных» государственного компонента, а также при изучении ряда дисциплин специализации. Изучение учебной дисциплины позволяет дать студентам базу, необходимую для успешного усвоения материала перечисленных выше учебных дисциплин, а также получить знания, необходимые им в дальнейшем для успешной работы.

**Цель преподавания учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных»** – формирование навыков для построения и анализа методов и алгоритмов при решении модельных задач дискретной оптимизации и их применение на практике.

При изложении материала учебной дисциплины целесообразно выделить этап построения математической модели, существенно влияющей на ее адекватность реальной проблеме, а также показать возможность использования аппарата теории алгоритмов для анализа и обоснования выбора наиболее эффективных методов и алгоритмов для решения прикладных задач.

**Основные задачи**, решаемые при изучении учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных»:

- формирование таких фундаментальных понятий, как информация, размерность задачи и трудоемкость алгоритмов;
- изучение подходов для определения трудоемкости алгоритмов посредством составления и решения рекуррентных уравнений;
- изучение современных структур данных и обоснование выбора соответствующей структуры в зависимости от набора базовых операций, используемых в алгоритме.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен **знать:**

- понятие размерности задачи и трудоемкости алгоритма;
- основные способы решения рекуррентных уравнений;
- основные подходы при разработке эффективных алгоритмов;
- способы организации структур данных и технологию их использования;
- виды поисковых деревьев;
- базовые алгоритмы на графах;
- основные приемы, используемые для сжатия информации;

**уметь:**

- сводить решение исходной задачи к решению подзадач и определять трудоемкость алгоритмов на основе рекуррентных соотношений;
- выбирать подходящие структуры данных при разработке эффективного алгоритма решения задачи;
- реализовывать поисковые деревья;
- строить графовые модели и применять базовые графовые алгоритмы;

**владеть:**

- основными подходами к разработке эффективных алгоритмов: метод «разделяй и властвуй» и динамическое программирование;
- навыками реализации и использования структур данных.

Типовая учебная программа рассчитана на 104 часа, из них 68 аудиторных часов, примерное распределение которых по видам занятий включает: 34 лекционных часа и 34 часа лабораторных занятий.

Рекомендуемая форма текущей аттестации – зачет.

В результате изучения учебной дисциплины специалист должен владеть следующими академическими компетенциями (АК) и профессиональными компетенциями (ПК):

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Работать с научно-технической, нормативно-справочной и специальной литературой.

ПК-2. Профессионально ставить задачи, вырабатывать и принимать решения.

ПК-3. Эксплуатировать, сопровождать и разрабатывать соответствующие программные компьютерные системы.

ПК-4. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-5. Разрабатывать новые информационные технологии на основе методов математической экономики, эконометрики и статистического анализа данных.

ПК-6. Проектировать, разрабатывать и тестировать программное обеспечение различных видов.

ПК-7. Разрабатывать техническую документацию на программное обеспечение.

ПК-8. Применять профессиональные знания и навыки для проведения научных исследований в области прикладной информатики.

ПК-9. Работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий.

ПК-10. Формулировать выводы и рекомендации по применению результатов научно-исследовательской работы.

ПК-11. Оказывать консультации по вопросам работы программного обеспечения, в том числе разработанного сторонними организациями.

ПК-12. Анализировать результаты работы установленного программного обеспечения и вырабатывать предложения по улучшению качества его работы.

### Примерный тематический план

№ темы	Количество аудиторных часов	
	Лекции	Лабораторные занятия
<b>Раздел I. Анализ алгоритмов</b>		
1. Введение. Основные понятия и определения	2	
2. Рекуррентные уравнения и основные методы их решения	4	2
<b>Раздел II. Разработка эффективных алгоритмов</b>		
3. Динамическое программирование	1	4
4. Метод «разделяй и властвуй»	1	2
<b>Раздел III. Структуры данных</b>		
5. Простейшие структуры данных	2	2
6. Специализированные структуры данных	6	6
7. Система непересекающихся множеств	2	2
8. Хеш-таблицы	2	2
9. Поисковые деревья	4	4
<b>Раздел IV. Графовые алгоритмы</b>		
10. Способы обхода вершин графа	4	4
11. Кратчайший маршрут	2	2
12. Минимальное остовное дерево	2	2
13. Поток в сети	2	2
<b>Всего часов</b>	<b>68</b>	

## Содержание учебного материала

### Раздел I. Анализ алгоритмов

#### *1. Введение. Основные понятия и определения*

Предмет теории алгоритмов. Историческое развитие теории алгоритмов и ее место среди других математических наук и в естествознании.

Формальное описание задачи. Размерность задачи. Трудоемкость алгоритма. Асимптотики  $O$ ,  $\Omega$ ,  $\Theta$ . Полиномиальные, псевдополиномиальные и экспоненциальные алгоритмы. Примеры алгоритмов решения задач и оценка их трудоемкости.

#### *2. Рекуррентные уравнения и основные методы их решения*

Понятие рекуррентного уравнения. Полное рекуррентное уравнение. Основные методы решения рекуррентных уравнений: метод итераций, метод рекурсивных деревьев. Оценка решения рекуррентного уравнения: метод подстановок. Теорема о решении рекуррентного уравнения вида  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{c}\right) + b \cdot n$ .

Оценка трудоемкости базовых алгоритмов внутренней сортировки и поиска, используя рекуррентные уравнения.

Выбор способа программной реализации рекуррентного соотношения.

### Раздел II. Разработка эффективных алгоритмов

#### *3. Динамическое программирование*

Основные подходы к разработке эффективных алгоритмов: динамическое программирование. Примеры решения задач.

#### *4. Метод «разделяй и властвуй»*

Основные подходы к разработке эффективных алгоритмов: метод «разделяй и властвуй». Примеры решения задач.

### Раздел III. Структуры данных

#### *5. Простейшие структуры данных*

Способы организации базовых структур данных: массив, простой список, мультисписок, стек, очередь. Реализация базовых операций и их трудоемкость.

Технология использования простейших структур данных на примере алгоритма сжатия информации Хаффмена.

#### *6. Специализированные структуры данных*

Приоритетная очередь. Бинарная куча. Биномиальная куча. Куча Фибоначчи. Реализация базовых операций и их трудоемкость. Амортизированная (усредненная) оценка трудоемкости операции. Примеры решения задач.

#### *7. Система непересекающихся множеств*

Система непересекающихся множеств. Различные способы представления системы непересекающихся множеств в памяти компьютера. Реализация базовых операций и их трудоемкость. Примеры решения задач.

## **8. Хеш-таблицы**

Прямая адресация. Хеш-таблицы и хеш-функции. Коллизии. Методы разрешения коллизий: метод цепочек, открытая адресация. Универсальное семейство хеш-функций. Совершенное хеширование.

## **9. Поисковые деревья**

Методы хранения деревьев в памяти компьютера Бинарные поисковые деревья. Сбалансированные поисковые деревья: АВЛ-деревья, 2–3-деревья. Поддержка инвариантов сбалансированности. Реализация базовых операций и их трудоемкость.

## **Раздел IV. Графовые алгоритмы**

### **10. Способы обхода вершин графа**

Графовые модели. Методы хранения графов в памяти компьютера.

Алгоритм поиска в глубину в графе и его трудоемкость. Алгоритм поиска в ширину в графе и его трудоемкость. Связность, двудольность графа. Выделение сильно связанных компонент ориентированного графа. Маршруты, обладающие заданными свойствами. Топологическая сортировка. Эйлеров цикл.

### **11. Кратчайший маршрут**

Алгоритмы построения кратчайших маршрутов в графе и их трудоемкость. Различные подходы к программной реализации алгоритма Дейкстры и их трудоемкость.

### **12. Минимальное остовное дерево**

Минимальное остовное дерево графа. Алгоритм Прима. Алгоритм Краскала. Трудоемкость алгоритмов построения минимального остовного дерева.

### **11. Поток в сети**

Максимальный поток в сети и его приложения.

## **Информационно-методическая часть**

### **Литература**

#### **Основная**

1. Ахо, А. В. Структуры данных и алгоритмы/ А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман. : Учеб. пособие/ пер. с англ. М. : Вильямс, 2000. 384 с.
2. Кормен, Т. Алгоритмы : построение и анализ/ Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. М. : Вильямс, 2005. 1296 с.
3. Котов, В. М. Алгоритмы и структуры данных / В. М. Котов, Е. П. Соболевская, А. А. Толстиков – Минск : БГУ, 2011 – 267 с. – (Классическое университетское издание).

### *Дополнительная*

4. Волчкова, Г. П. Сборник задач по теории алгоритмов для студентов физико-математических спец. БГУ/ Г. П. Волчкова, В. М. Котов, Е. П. Соболевская. Минск : БГУ, 2005. 59 с.
5. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 352 с.
6. Емеличев, В. А. Лекции по теории графов/ В. А. Емеличев, О. И. Мельников, В. И. Сарванов, Р. И. Тышкевич. – М.: Наука, 1990. – 383 с.
7. Липский В. Комбинаторика для программистов. – М.: Мир, 1988. – 214 с.
8. Пападдимитриу, Х. Комбинаторная оптимизация: Алгоритмы и сложность/ Х. Пападдимитриу, К. Стайглиц. – М.: Мир, 1971. – 512 с.
9. Рейнгольд, Э. Комбинаторные алгоритмы теория и практика/ Э. Рейнгольд, Ю. Нивергельт, Н. Део. – М.: Мир, 1980. – 476 с.
10. Теория алгоритмов: учеб. пособие / П. А. Иржавский [и др.]. – Минск : БГУ, 2013. – 159 с.
11. Mark Allen Weiss. Data structures and algorithm analysis. – Benjamin/Cummings Publishing Company, 1992. – 455 p.
12. Shaffer C. A Practical Introduction to Data Structure and Algorithm Analysis. – London: Prentice Hall International, 1997. – 494 p.

### **Диагностика компетенций студента**

На лекционных занятиях по учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» возможно использование элементов проблемного обучения: проблемное изложение некоторых аспектов, использование частично-поискового метода.

На лабораторных занятиях по учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» рекомендуется использовать индивидуальный, творческий подход. Студенты получают от преподавателя индивидуальные задания, в рамках самостоятельной работы разрабатывает свои алгоритмы их решения с последующими реализациями на некотором языке программирования и проверкой их работоспособности на компьютере, а также доказывают эффективность разработанных алгоритмов с точки зрения выбранных структур данных, трудоемкости и объема используемой памяти. Для организации самостоятельной работы студентов целесообразно использовать в учебном процессе разработанные компьютерные тесты.

Условия для самостоятельной работы студентов, в частности, для развития навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса, обеспечиваются:

- наличием и использованием в учебном процессе открытых систем автоматического тестирования, которые доступны пользователям через Интернет в любое удобное для них время (локальный доступ, удаленный доступ);



- в рамках самостоятельной работы обеспечение проверки на использование несанкционированных материалов;
- наличием и полным доступом обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, доступностью электронных (и бумажных) вариантов лекций, учебно-методических пособий и сборников задач по основным разделам учебной дисциплины, примеров решения типовых задач.

Текущий контроль самостоятельной работы студентов по усвоению знаний по учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» рекомендуется осуществлять преподавателем на аудиторных занятиях в виде вопросов для самоконтроля, проведения коллоквиумов, письменных контрольных работ, проверки выполнения индивидуальных заданий.

В качестве рекомендуемых технических средств диагностики целесообразно использовать системы автоматического тестирования – инструмент с эффективной функциональностью контроля, тренинга и самостоятельной работы. Для контроля самостоятельности выполнения работ рекомендуется выдавать каждому студенту индивидуальные задания и использовать автоматические системы определения несанкционированных материалов.

Рекомендуемая форма текущей аттестации – зачет.